PROPOSITION POUR UN PROJET DE MESURES DE VITESSES RADIALES STELLAIRES À HAUTE PRÉCISION

[article d'Otto Struve publié en anglais dans *The Observatory* 72, 199, 1952 ; traduction par James Lequeux pour son analyse *BibNum*]

Après l'achèvement des importants programmes de mesure de vitesses radiales dans les grands observatoires, on a de plus en plus l'impression que les mesures du déplacement Doppler dans les spectres stellaires sont moins intéressantes aujourd'hui qu'elles ne l'étaient avant la publication du nouveau catalogue de vitesses radiales de R.E. Wilson.

Je pense que cette impression n'est pas correcte, et j'aimerais le montrer en présentant une proposition pour la solution d'un problème astrophysique caractéristique.

Une des questions les plus brûlantes de l'astronomie concerne la fréquence des objets planétaires dans la Galaxie autour d'étoiles autres que le Soleil. La découverte par K.A. Strand[1] d'un compagnon planétaire dans le système de 61 Cygni, qui a été récemment confirmée par A.N. Deitch à Poulkovo[2], et des résultats semblables annoncés pour d'autres étoiles par P. Van de Kamp[3] et D. Reuyl et E. Holmberg[4], ont stimulé l'intérêt pour ce problème. J'ai suggéré ailleurs que l'absence de rotation axiale rapide de toutes les étoiles normales de type solaire (les seules étoiles G et K à rotation rapide sont soit des binaires de type W Ursae Majoris, soit des variables T Tauri entourées de nébulosités[5], soit des étoiles à spectre particulier[6]) suggère que ces étoiles ont de quelque manière converti leur moment angulaire en moment angulaire du mouvement orbital de planètes. Donc, il pourrait exister beaucoup d'objets de caractère planétaire dans la Galaxie.

Mais comment pourrons-nous les détecter ? La méthode de photographie directe utilisée par Strand est bien entendu excellente pour des systèmes binaires proches, mais elle est très limitée. Il semble qu'il n'y ait à présent aucune possibilité pour découvrir des objets ayant la masse et la taille de Jupiter ; et même, nous n'avons pas beaucoup d'espoir de découvrir des objets

dix fois plus massifs que Jupiter, s'ils sont à des distances d'une ou plusieurs unités astronomiques [la distance Terre-Soleil] de l'étoile centrale.

Mais il semble qu'il n'y ait aucune raison pour laquelle les planètes hypothétiques ne puissent pas, dans certains cas, être beaucoup plus proches de leur étoile que dans le Système solaire. Il serait intéressant de voir si de tels objets existent.

Nous savons que des compagnons stellaires peuvent se trouver à des distances très petites [de l'étoile]. Il n'est pas déraisonnable de penser qu'une planète puisse exister à une distance de 1/50 unité astronomique, soit environ 3 millions de km. Sa période autour d'une étoile de masse solaire serait alors d'environ 1 jour.

Nous pouvons écrire la troisième loi de Kepler sous la forme $V^3 \approx 1/P$. Puisque la vitesse orbitale de la Terre est 30 km/s, notre planète hypothétique aurait une vitesse d'environ 200 km/s. Si sa masse était égale à celle de Jupiter, elle causerait une oscillation de la vitesse radiale de l'étoile centrale de ± 0,2 km/s, une quantité juste détectable avec les spectrographes coudés les plus puissants en existence. Une planète dix fois plus massive que Jupiter serait très facile à détecter, car elle causerait des oscillations de la vitesse radiale de l'étoile de ± 2 km/s. Ceci n'est vrai que pour les orbites dont l'inclinaison [sur le plan du ciel] est de 90°. Mais même pour des inclinaisons plus petites il devrait être possible, sans grande difficulté, de découvrir par effet Doppler des planètes ayant 10 fois la masse de Jupiter.

Il y aurait aussi des éclipses [par la planète passant devant l'étoile]. En supposant que la densité de la planète soit cinq fois celle de l'étoile (ce qui pourrait être optimiste pour une planète aussi grosse), la surface éclipsée serait d'environ 1/50 de celle de l'étoile, et la diminution de la lumière exprimée en magnitudes serait de 0,02. Ceci aussi serait mesurable avec les méthodes photométriques modernes, bien que le test spectrographique soit probablement plus précis. L'avantage de la méthode photométrique serait que les magnitudes atteintes seraient plus faibles qu'avec la technique spectrographique à grande dispersion.

Une méthode possible pour attaquer le problème serait de commencer la recherche spectroscopique par les membres de paires d'étoiles relativement séparées, où la vitesse radiale du compagnon servirait de référence fiable, et permettrait d'établir d'emblée si l'un ou l'autre membre du couple est une binaire

spectroscopique du genre que nous considérons [c'est-à-dire ayant une grosse planète proche de l'étoile].

■

---

[1] Astronomical Journal 51, 12, 1944; Publications of the Astronomical Society of the Pacific 55, 29, 1952.

[2] *Izvestia of the Main Astronomical Observatory*, Pulkovo [NdT: en russe] 18, N° 146, 1951

[3] *Astronomical Journal* 51, 7, 1944.

[4] *Astrophysical Journal* 97, 41, 1943.

[5] Voyez le papier de G. Herbig présenté à la réunion de 1952 de l'American Astronomical Society et de l'Astronomical Society of the Pacific à Victoria [Publié dans *Journal of the Royal Astronomical Society of Canada* 46, 222, 1952].

[6] Voyez la note de P.W. Merrill sur HD 117555 dans les *Publications of the Astronomical Society of the Pacific* 60, 382, 1948.

[NdT: ces publications, sauf la 2e, peuvent être consultées gratuitement via http://cdsads.ustrasbg.fr/abstract_service.html]

PROPOSAL FOR A PROJECT OF HIGH-PRECISION STELLAR RADIAL VELOCITY WORK

By Otto Struve

With the completion of the great radial-velocity programmes of the major observatories, the impression seems to have gained ground that the measurement of Doppler displacements in stellar spectra is less important at the present time than it was prior to the completion of R. E. Wilson's new radial-velocity catalogue.

I believe that this impression is incorrect, and I should like to support my contention by presenting a proposal for the solution of a characteristic astrophysical problem.

One of the burning questions of astronomy deals with the frequency of planet-like bodies in the galaxy which belong to stars other than the Sun. K. A. Strand's[1] discovery of a planet-like companion in the system of 61 Cygni, which was recently confirmed by A. N. Deitch[2] at Poulkovo, and similar results announced for other stars by P. Van de Kamp[3] and D. Reuyl and E. Holmberg[4] have stimulated interest in this problem. I have suggested elsewhere that the absence of rapid axial rotation in all normal solar-type stars (the only rapidly-rotating G and K stars are either W Ursae Majoris binaries or T Tauri nebular variables,[5] or they possess peculiar spectra[6]) suggests that these stars have somehow converted their angular momentum of axial rotation into angular momentum of orbital motions of planets. Hence, there may be many objects of planet-like character in the galaxy.

But how should we proceed to detect them ? The method of direct photography used by Strand is, of course, excellent for nearby binary systems, but it is quite limited in scope. There seems to be at present no way to discover objects of the mass and size of Jupiter; nor is there much hope that we could discover objects ten times as large in mass as Jupiter, if they are at distances of one or more astronomical units from their parent stars.

But there seems to be no compelling reason why the hypothetical stellar planets should not, in some instances, be much closer to their parent stars than is the case in the solar system. It would be of interest to test whether there are any such objects.

We know that *stellar* companions can exist at very small distances. It is not unreasonable that a planet might exist at a distance of 1/50 astronomical unit, or about 3,000,000 km. Its period around a star of solar mass would then be about 1 day.

We can write Kepler's third law in the form $V^3 \sim \frac{1}{P}$. Since the orbital velocity of the Earth is 30 km/sec, our hypothetical planet would have a velocity of roughly 200 km/sec. If the mass of this planet were equal to that of Jupiter, it would cause the observed radial velocity of the parent star to oscillate with a range of $\pm$ 0·2 km/sec—a quantity that might be just detectable with the most powerful Coudé spectrographs in existence. A planet ten times the mass of Jupiter would be very easy to detect, since it would cause the observed radial velocity of the star to oscillate with $\pm$ 2 km/sec. This is correct only for those orbits whose inclinations are 90°. But even for more moderate inclinations it should be possible, without much difficulty, to discover planets of 10 times the mass of Jupiter by the Doppler effect.

There would, of course, also be eclipses. Assuming that the mean density of the planet is five times that of the star (which may be optimistic for such a large planet) the projected eclipsed area is about 1/50th of that of the star, and the loss of light in stellar magnitudes is about 0·02. This, too, should be ascertainable by modern photoelectric methods, though the spectrographic test would probably be more accurate. The advantage of the photometric procedure would be its fainter limiting magnitude compared to that of the high-dispersion spectrographic technique.

Perhaps one way to attack the problem would be to start the spectrographic search among members of relatively wide visual binary systems, where the radial velocity of the companion can be used as a convenient and reliable standard of velocity, and should help in establishing at once whether one (or both) members are spectroscopic binaries of the type here considered.

Berkeley Astronomical Department,
University of California.

1952 July 24.

References

1. *A.J.*, **51**, 12, 1944; *Pub. A.S.P.*, **55**, 29, 1952.
2. *Izvestia Gl. Astr. Obs., Poulkovo*, **18**, No. 146, 1951.
3. *A.J.*, **51**, 7, 1944.
4. *Ap. J.*, **97**, 41, 1943.
5. See G. Herbig's paper presented at the Victoria 1952 meeting of the *A.A.S.* and *A.S.P.*
6. See P. W. Merrill's note on HD 117555 in *Pub. A.S.P.*, **60**, 382, 1948.